

# DE BLIKSEMAFLEIDER.

DOOR

Dr. A. VAN OVEN.

---

In het jaar 1888 verscheen in Nederland een boekje van dr. M. SNELLEN over den bliksemafleider; in Maart van datzelfde jaar hield prof. LODGE in Engeland twee lezingen over hetzelfde onderwerp, met proeven toegelicht, en de uitspraken van LODGE gaven in de zitting der British Association aanleiding tot levendige tegenspraak van den kant van twee bekende mannen op dit terrein, VARLEY en PREECE.

Het feit, dat er in Nederland een oorspronkelijk werk op het gebied der theoretische of toegepaste natuurkunde verschijnt, dat geen leerboek is, mag zeldzaam genoemd worden en aangezien dit boekje geschreven is door den directeur van het Koninklijk Nederlandsch Meteorologisch Instituut (1ste Afd.), zoo moest de verschijning wel hoogst welkom zijn aan allen, die in het onderwerp belang stelden en gaarne hun kennis van den bliksemafleider wilden vermeerderen.

Mijn doel is geenszins een recensie van dit boekje te geven; zoo als elk menschelijk werk heeft het gebreken, en zoo als te verwachten was, heeft het verdiensten; het bespreekt het doel van den bliksemafleider en bestrijdt hen, die bezwaren hebben tegen zijn plaatsing; het geeft eenige zeer positieve regelen voor den aanleg van een afleider: »laat den geheelen geleider van de spits tot aan de grondplaat toe uit één enkel metaalstuk bestaan zonder eenige verbinding hoegenaamd,” zegt de schrijver, en daarmede is het vonnis geveld over de in den laatsten tijd in gebruik geraakte gevlochten metaal touwen. »Het geschiktste metaal voor den geheelen afleider is zuiver rood koper”, klinkt zijn uitspraak; als voldoende dikte van den geleider

in gewone gevallen wordt 5 mM. opgegeven; voor aardplaat een stuk bladkoper van  $\frac{1}{3}$  M<sup>2</sup>.

Nogmaals: ik erken gaarne de verdiensten van dr. M. SNELLEN, maar toch legde ik zijn boekje, na de lezing, met een onvoldaan gevoel neder en ik zou er niet op terug gekomen zijn, ware het niet dat bijzondere omstandigheden mij in den laatsten tijd gedwongen hadden mijn aandacht weér op dit punt te vestigen.

Mijn bezwaar treft niet de details van het werkje; het is niet, dat ik in deze of gene bijzonderheid met den schrijver van meening verschil; mijn onvoldaanheid over dit boek vindt haar grond daarin, dat de schrijver het zoo heel goed schijnt te weten, terwijl ik het hoe langer zoo minder begrijp en hij het mij, zijn lezer, niet vertelt; dat hij precies kan zeggen *hoe* de beste bliksemafleider moet worden ingericht, terwijl ik op dat punt tot geen resultaat kan komen, *en dat hij ons de gronden, waarop zijn uitspraak steunt, geheel onthoudt.*

Sedert jaren is de bliksemafleider mij „een zak vol raadselen en plagen.” Is hij nuttig? Zoo ja, waarom? Hoe werkt hij? Moet hij van koper of van ijzer zijn? Stang of metaaltouw? Rond of plat? Één punt en één stang of een kooi, die het huis omgeeft, met lage scherpe punten? GAY LUSSAC of MELSSENS? Alle vragen, die door den éenen geleerden waarnemer in dezen, door eenen anderen in genen zin worden beantwoord, en waarover strijd is in het kamp der electrici! En daar komt nu dr. SNELLEN met een boekje voor den dag en zegt ons, dat het koper moet zijn en geen ijzer, en velt het vonnis over metaaltouw, en geeft als uiterste grens voor grondweerstand 30 ohm; in 't kort hij beslist de meeste kwestieën maar vergeet ons de argumenten te zeggen, waarop zijn beslissing rust.

't Is met de bliksemafleiders vreemd gegaan: sedert den tijd van FRANKLIN (dus van 1752), is gedurende ruim een eeuw onze kennis op dat punt al heel weinig vooruitgegaan, en toch zijn er vele malen nieuwe regels opgesomd en nieuwe instructiën gegeven omtrent de eischen van een goeden geleider, die echter lang niet altijd met elkaar in overeenstemming zijn. Om een voorbeeld te geven, alleen van de laatste jaren, vermeld ik het volgende: MELSSENS wil vele spitsen, wil ijzer als geleider gebruiken en vele dunne draden, die het gebouw omgeven; NEESEN verlangt een stalen spits, een ijzeren geleider van 1 cM<sup>2</sup> doorsnede, w. HOLTZ wil een koperen geleider met vergulde spits; *The Lightning Rod Conference* eischt koper, een stompen kegel

met een koperen ring met drie of vier scherpe naalden van 15 cM. lengte; kopertouw uit niet al te dunne draden, als minimum ongeveer 9 mM. dik en een aardplaat van 18 vierk. voet of bijna 2 M<sup>2</sup>; GRENET gebruikt lint van rood koper 30 mM. breed en 2 mM. dik met een aardverbinding gevormd uit 16 M. lint van rood koper; en op het dak wil hij in plaats van hooge ijzeren stangen vele koperen spitsen. De Zwitsersche staatscommissie voor meteorologie daarentegen wil juist een opvangstang van ijzer ter hoogte van 5 M. bij een daklengte van 15 M.; bij grootere lengte meer stangen; het uiteinde zij een verzinkt ijzeren spits of men schroef er een vergulde of vernikkelde koperspits op. Verder beveelt zij aan twee koperdraden ieder ter dikte van 5 mM. of twee ijzerdraden van 8, of één koperdraad van 8 of één ijzerdraad van 12. De aardplaat moet volgens deze commissie 1 M<sup>2</sup> bedragen.

De pruisische Akademie eischt een doorsnede van 100 mM<sup>2</sup>, de londensche commissie verlangt 60 mM<sup>2</sup>.

Om een overzicht te krijgen van de vele afwijkende adviezen op dit gebied, raadplege men de volgende tabel:

	Zwitsersche Commissie.	NEESEN.	MELSENS.	HOLTZ.	Lightning Rod Conference.	CALLAUD	Berlijnsche Akademie.
Stof . . . .	IJzer of koper.	IJzer met stalen spits.	IJzer.	Koper.	Koper.	Koper.	IJzer.
Dikte of doorsnede.	2 Cu v. 5 mM of 2 Fe » 8 mM of 1 Cu » 8 mM 1 Fe » 12 mM	1 M <sup>2</sup> .	6 à 8 mM. en 10 mM.	6 mM.	60 mM <sup>2</sup> .		1 cM <sup>2</sup> .
Vorm . . . .	Rond.		Draden.		Kabel.	Kabel.	
Aardplaat.	1 M <sup>2</sup> .		<i>Zeer groot.</i>	$\frac{1}{4}$ M <sup>2</sup> .	1,9 M <sup>2</sup> .		
Verbinding met gas- of wa- terleiding.	Met alle groote metaalmassa's van het gebouw en daarbuiten.				Met ijzeren buizen, niet met gasbui- zen van lood.		

Wat nu te zeggen van zulk een verwarring! Is het niet of het een kwestie van smaak gold en niet een vraag van groot gewicht, die de wetenschap moet uitmaken? En gaat men de argumenten na, die voor de verschillende meeningen opgegeven worden, en zelfs de waarnemingen, die worden aangehaald, dan wordt men nog niets wijzer. Voor de getallen, die men opgegeven vindt, zijn meestal bitter weinig gegronde argumenten aan te voeren. Zoo geeft, om een enkel voorbeeld te noemen, dr. SNELLEN in zijn boekje, blz. 30, 5 mM. dikte als de laagste grens, die voor woonhuizen nog mag worden aangenomen, voor kerken liever 6 mM., voor torens van aanzienlijke afmeting nog

dikker draad, b. v. 7—9 mM. »Daar men niets weet» zegt hij zeer terecht, »omtrent de hoeveelheid elektriciteit, die bij de ontlading van een onweerswolk vrij wordt en dus ook geheel in het onzekere verkeert omtrent de sterkte van den ontladingsstroom, moet alleen de ondervinding aanwijzen, welke dikte aan den geleider gegeven moet worden, om te mogen vertrouwen, dat hij niet tot smeltens toe verbit zal worden. En daar nu geen geval bekend is, waarbij een draad van de opgegeven afmeting en zelfstandigheid door een bliksemslag eenige schade geleden heeft mag men die voor voldoende aannemen.» Kort daarna stond in het *Electrotechnisch Zeitschrift* het volgend bericht:

»Een geleiding van massief koper van 8 mM. middellijn door den bliksem getroffen, werd op den geheelen afstand, door den bliksem doorloopen, week en aangelopen, terwijl het niet getroffen gedeelte nog hard en onveranderd is.»

Zoo deelt ook NEESEN verschillende gevallen mede van zijdelingsche ontlading, waarbij de afleider toch een vrij goede aardverbinding had, zooals die van de Nicolaï-kerk in Flensburg en van de kerk te Hattstedt.

MELSSENS noemt verschillende gevallen, waarin gebouwen met een afleider volgens het stelsel GAY-LUSSAC getroffen zijn (Caserne Prince Eugène te Parijs 2 Aug. 1862) en wijst er op, dat ijzerdraad van ruim 6 mM. dikte in Engeland weerstand biedt aan de talrijke bliksemstralen, die de telegraafpalen treffen, terwijl uit de Verhandelingen der Kon. Preuss. Akad. der Wissenschaften van 1876 blijkt, dat koperdraad van 6 mM. op verschillende plaatsen gesmolten is.

Het komt mij dus voor, dat wij van vele kwestien, die bij den aanleg van een bliksemafleider voorkomen, al heel slecht op de hoogte zijn. De strijd tusschen koper en ijzer b. v. lijkt mij volstrekt niet uitgestreden; reeds jaren geleden heeft MELSSENS door proeven bewezen, dat niettegenstaande koper beter geleider is dan ijzer, vonken en plotselinge ontloadingen even goed door ijzer als door koper gaan, zoodat bij groote spanningen de meerdere of mindere geleidbaarheid van den draad niet het eenige is, wat de ontlading bepaalt.

Bovendien zijn er nog tal van verschijnselen waargenomen, die ons het bewijs leveren, dat wij alles, wat er gebeurt bij de ontlading eener donderwolk evenmin doorzien als wij de werking van den bliksemafleider geheel begrijpen.

Cu. MONTIGNY verhaalt ons, dat op den weg van Rochefort naar Dinant tachtig populieren over een lengte van 2400 M. door den bliksem getroffen zijn juist op de hoogte van den daar langs loopenden telegraafdraad, die van 0,1 tot 1,3 M. van de boomen verwijderd is. Er waren gaten en scheuren, en de schors was van de boomen afgereten; MONTIGNY is van meening, dat de draad door inductie van de wolk een sterke spanning gekregen heeft en daardoor de ontlading op de boomen heeft overgebracht. Begrijpe dit nu, wie 't kan! Volgens de heerschende begrippen omtrent geleiding en inductie moest de draad, indien hij door de wolk geïnduceerd was, zelf getroffen worden; daar de toppen der boomen echter veel hoger reiken, zouden, volgens de gewone verklaring van den bliksemafleider, deze veeleer geïnduceerd moeten zijn dan de draad en dus zelven getroffen worden, maar dan aan den top en niet juist tegenover den draad; men zou kunnen aannemen, dat de draad, door de wolk elektrisch gemaakt, op zijn beurt induceerend gewerkt heeft op al de boomen, en dat er vonken zijn overgesprongen tusschen de boomen en den draad; maar hoe men 't ook opvat, steeds laat de verklaring veel te wenschen over.

Zoo ook in de twee volgende gevallen door NEWALL en COLLADON meegedeeld. NEWALL verhaalt, dat een huis te Sheffield en een kerk te Rugby getroffen werden; beide gebouwen waren van afleiders voorzien, die echter *niet* met de gasleiding verbonden waren, de bliksem verliet in beide gevallen den afleider, sloeg op de gasbuizen over en stak het gas aan; om de buis te bereiken sloeg hij door dikke muren heen.

COLLADON verhaalt van een straal, die een populier trof in de nabijheid van een ijzeren hek; de vonk ging over naar een olmboom aan de andere zijde van het hek en van daar op het hek, dat gedeeltelijk smolt. Vandaar sloeg de bliksem, de aarde omwoelend in een gasbuis, drong langs die buis in een woonhuis, waar hij een lichtkroon beschadigde en eerst van daar door draden en ijzeren buizen naar buiten en voor goed in den grond.

Ik haal deze beide gevallen aan uit velen, om duidelijk te doen inzien, dat wij de zaak niet goed begrijpen; in het eerste geval, dat van NEWALL, had men mogen verwachten, dat de ontlading langs den afleider naar den grond zou gaan; zegt men nu, hetgeen het stereotype antwoord in zulke gevallen is, »de grondverbinding was niet goed'', dan vragen wij: »bood die grondverbinding dan toch niet minder

weerstand dan een steenen muur, die eerst met geweld doorgeslagen moest worden om den bliksem toegang te geven tot de gasbuizen?

Het tweede geval is geheel onverklaarbaar. Waarom volgt de ontleding den populier niet? Waarom springt er eerst een vonk op den olmboom aan de *andere zijde* van het hek, en eerst daarna op het hek zelf? Het hek heeft waarschijnlijk een slechte aardverbinding, en nu springt de bliksem over op een gasbuis in den grond, die daarbij omgewoeld wordt. Zulk een gasbuis zal toch wel in minder of meerder mate denzelfden dienst doen als een aardplaat en men zou dus verwachten, dat, nu de ontleding een in de aarde liggende gasbuis bereikt had, de zaak uit zou zijn en men niet meer van haar zou hooren. Niets minder dan dat! Zij komt terug: langs de gasleiding dringt zij een huis binnen (dat dus als 't ware uit de aarde door den bliksem getroffen wordt) beschadigt een lichtkroon en gaat eindelijk door draden en ijzeren buizen ten tweeden male naar den grond, ditmaal om niet meer terug te keeren. Als dit alles zoo gebeurd is, dan blijkt het mogelijk te zijn, dat de bliksem in onze woning zou komen langs de aardplaat van den afleider, als hij in de nabijheid van die plaat in den grond geslagen is. Nu weet ik wel, dat men zeggen kan, dat de eerst getroffen gasbuizen misschien in droge aarde of in metselwerk lagen, in 't kort dat de grondgeleiding wel niet goed geweest zal zijn, en ik wil dat ook wel aannemen, maar ik weet het niet en degeen, die het beweert, ook niet; 't zou eenvoudiger en juister zijn te erkennen, dat wij zulke verschijnselen niet weten te verklaren.

Dat een goede aardverbinding veel waard is, heeft de ervaring ons geleerd, en SIEMENS heeft in 1880 een interessante proef medegedeeld, die den invloed bewijst van de grootte der aardplaten op het beschermend vermogen van den afleider, wanneer wij ten minste uit laboratorium-proeven iets mogen besluiten omtrent de elektrische ontleding der onweerswolken. Die proef leert ons echter ook, dat de ontleding niet altijd geheel den besten geleider volgt: op den bodem van een glas water ligt een metalen plaat van 1 dM<sup>2</sup>. die met de aarde in geleidende verbinding staat; boven in het water hangt of een groote plaat of een kleine, metalen kogel, en daardoor kan men een leidsche flesch ontladen, waarvan het buitenbekselsel met de aarde in gemeenschap is. Wanneer de knop der flesch verbonden werd met de groote plaat of met den kogel, die boven in het water hangt, dan werd de flesch ontladen door het water; van de bovenste plaat

of van den kogel liep daarenboven nog een draad naar den bol van een vonken-mikrometer, waarvan de andere bol met den grond verbonden was. Bij de ontlading door het water zag men nu altijd tevens een vonk tusschen deze bollen, maar die vonk was veel korter en moeilijker te verkrijgen als de groote plaat in het water hing dan wanneer men het bolletje gebruikte, waaruit blijkt, dat in het eerste geval verreweg het grootste gedeelte der ontlading door het water ging. »Zoo» zegt SIEMENS, »zal ook een zijdelingsche ontlading van den bliksemafleider of een afspringen van de vonk te minder te vreezen zijn bij een groote aardplaat dan bij een kleine». Toch blijkt uit deze proef, dat zij altijd mogelijk blijft en dat de ontlading soms als een vonk door slecht geleidende lucht slaat, niettegenstaande zij gelegenheid heeft een beteren geleider te volgen, *in casu* water, in de later te bespreken proeven van LODGE, koperen of ijzeren draden.

Afgezien van zulke proeven op kleine schaal zijn er ook zeer vele gevallen, waarvan o. a. ANDERSON in zijn zeer interessant werkje er eenige mededeelt, waarbij gebleken is, dat bliksemafleiders, die getroffen waren, allen een slechte aardgeleiding hadden; niet onwaarschijnlijk is het dus, dat de oorzaak van het ongeval dáárin moet gezocht worden. G. A. HIRN (*sur l'efficacité des paratonnerres*) beweert zelfs, dat een goede afleider geheel geen inslaan mag toelaten; sedert veertig jaren heeft hij tusschen veertig en vijftig bliksemafleiders waargenomen, die in al dien tijd nooit getroffen zijn, terwijl zij toch als afleiders werkzaam waren, hetgeen hij bewees door staal te magnetiseeren door spiralen, die door zijdraden met den afleider verbonden waren.

Dit laatste is vrij troostrijk, en *à tout prendre* meen ik, dat wij omtrent dit onderwerp met vrij groote zekerheid zeggen kunnen, dat een bliksemafleider, die goed geleidt en met een groote aardplaat in vochtige aarde eindigt, het gebouw waar hij op staat, beschermt; moeilijker is het een antwoord te geven op de vraag: wanneer is dit alles goed? Welke stof beter is: koper of ijzer; wat de voorkeur verdient: één of twee hooge spitsen met één of twee draden, dan wel een zeer groot aantal minder hooge punten door tal van draden aan den grond verbonden; of de afleider rond moet zijn of plat, of hij één enkele staaf behoort te zijn of een metaaltouw; over alle deze vragen heerscht tusschen hen, die er over oordeelen kunnen, zooveel verschil van meening, dat ik geneigd zou zijn te zeggen: »tous les moyens sont bons, qui mènent au but» of *varis modis bene fit*.

Het kan misschien zijn nut hebben eens na te gaan of in dezen stand van zaken eene noemenswaardige verandering gekomen is door de lezing en de proeven van prof. LODGE, die in al deze zaken een zeer afwijkend oordeel heeft geveld.

De heeren PREECE en VARLEY, twee Engelschen van naam en gezag op elektrisch gebied, beiden verdedigers van het stelsel van bliksemafleiders volgens het beginsel van GAY LUSSAC, hebben de resultaten van prof. LODGE ten sterkste bestreden; toch blijft het waar, dat LODGE lastige vragen doet en sommige interessante proeven mededeelt, al is zijn denkbeeld niet zoo fonkelnieuw als hij zelf dacht.

Hoe komt het, dat de lezing van LODGE zoozeer de aandacht heeft getrokken, en waar komt zijn beweren, dat zooveel tegenspraak opwekt, eigenlijk op neer?

Beantwoorden wij eerst de eerste vraag:

Dr. MANN was een verdienstelijk man, die in Zuid-Afrika voor het eerst bliksemafleiders had opgericht en in dat onderwerp veel belang stelde; hij werd lid van de »Society of Arts», en toen hij stierf gaf zijn weduwe aan de Society eene som gelds, op voorwaarde dat zij lezingen zou laten houden over onderwerpen, waarin dr. MANN belang had gesteld. »Natuurlijk», zegt PREECE, een der leden van de »Lightning Rod Conference», die in 1882 de laatste instructiën had vastgesteld voor den aanleg van bliksemafleiders, »natuurlijk bedachten wij dadelijk, dat er geen onderwerp was, waarin de man zooveel belang had gesteld als de bliksemafleider en wij aarzelden niet voor die lezingen als onzen tolk te kiezen iemand, dien wij allen achten, prof. LODGE.»

Maar — evenals BILEAM, weleer geroepen om het uitverkoren volk te vloeken, voor den dag kwam met een zegenspreuk —, zoo bleek ook prof. LODGE het tegenovergestelde te verkondigen van hetgeen men verwacht had. Hij vloekte in plaats van te zegenen. »Als al de uitspraken van LODGE waar zijn», zegt PREECE, »is het werk van deze commissie (de »Lightning Rod Conference») en al het werk van honderd veertig jaar nutteloos geweest. Geen bliksemafleider zou ooit beschermen en geen ontlading zou langs een afleider ooit de aarde bereiken.»

Deze uitspraak van PREECE lijkt mij zeer overdreven: als alles, wat LODGE meent bewezen te hebben, waar is, blijkt er alleen uit, dat ijzer voor bliksemafleiders beter is dan koper en dat het systeem MELSSENS de voorkeur verdient boven alle anderen; met welke laatste conclusie ik mij vrij wel zou kunnen vereenigen. Zijn uitspraak om-



trent de overdreven waarde, die men gewoonlijk aan een goede aardverbinding hecht, lijkt mij zeer gewaagd; uit zijn proeven volgt hoogstens, dat in sommige gevallen een groote aardweerstand geen kwaad kan, in anderen daarentegen wel degelijk.

In de eerste plaats beweert LODGE, dat in de vele gevallen, waarin de bliksem den afleider verlaat en er zijdelingsche ontladingen plaats hebben, de oorzaak daarvan niet gezocht moet worden in slechte constructie of in gebrekkige aardverbinding, zooals men algemeen beweert, maar in iets anders. »Waarom», vraagt hij, »verlaat de ontlading een dikken koperen geleider langs een hoogen schoorsteen, om gaten te slaan in metselwerk ten einde roet, rook of eenige verspreide ijzeren bouten te volgen? alleen omdat aan den voet van den geleider de aardverbinding niet uitstekend en de aardweerstand groot is? Is dit laatste het geval, dan zou de bliksem zijn verontwaardiging daarover kunnen toonen als hij beneden was gekomen, door den grond om te woelen, er gaten in te slaan en gas- en waterpijpen te breken; bovendien heeft de bliksemstraal niet op een beetje weerstand te zien, want hij is wel door minstens een halve mijl lucht geslagen en zou dus ook wel door een voet of wat droge aarde kunnen gaan.»

» Wanneer een bliksemstraal een huis treft en een eind weegs den afleider volgt, dan zijdelings naar een regenpijp schiet of een muur stuk slaat, en men bij het onderzoek van de aardverbinding een grooten weerstand vindt, dan schrijft men het ongeluk daaraan toe. Hoeveel weerstand zou men echter wel gevonden hebben op den weg, dien de bliksem werkelijk gevolgd heeft? Waarschijnlijk tienduizend maal meer; de groote weerstand kan dus niet de reden zijn van de zijdelingsche ontlading.

Die reden ligt volgens LODGE in de zelf-inductie van den draad, of zooals hij het noemt in de »elektrische traagheid.»

Zooals men weet is inductie de invloed, dien een draad, waarin een elektrische stroom ontstaat, versterkt of verzwakt wordt, uitoefent op een nabij gelegen gesloten geleider; zelf-inductie is de invloed die wijziging in de stroomsterkte uitoefent op den draad zelve, waarin die stroom loopt. » Wanneer ik mijn afleider», zegt LODGE, »gesplitst denk in een groot aantal evenwijdige elementairdraden en er dan plotseling een stroom in ontstaat, dan zal de ontstaande stroom in een der elementairdraden een tegengestelden stroom induceeren in al de andere, en dit tegengesteld elektromotorisch

vermogen zal het tot stand komen van den stroom vertragen, en dus in uitwerking overeenkomen met de traagheid van vaste lichamen, waarop plotselinge krachten werken. Is deze zelf-inductie groot, dan zal de elektriciteit, die door den afleider naar de aarde moet stroomen, zelfs door een goed geleidenden conductor veel moeilijker worden afgevoerd dan door een veel minder goeden geleider, die minder zelf-inductie heeft." Om dit alles te bewijzen deelt hij proeven mede, waarbij hij de ontlading van leidsche flesschen de keus laat, om of plaats te hebben door een vonk tusschen twee koperen bollen, of door een draad tusschen die bollen; daaruit blijkt, dat er een vonk overspringt en de ontlading dus niet of althans niet geheel den draad volgt, totdat de knoppen op een bepaalden, vrij grooten afstand van elkaar gebracht zijn. Wanneer hij nu op deze wijze verschillende draden met elkander vergelijkt, dan vindt hij, dat de ontlading gemakkelijker door ijzer, en wel door het dunste ijzerdraad gaat dan door koper.

De oorzaak van dit verschijnsel zoekt LODGE in de zelf-inductie van den draad; er komt zooveel elektriciteit, dat de draad die niet af kan voeren en de spanning is zoo groot, dat zij een aanzienlijke laag lucht door kan overspringen.

Bovendien is, volgens LODGE, de bliksemstraal een oscilleerende ontlading en doorloopt de stroom niet dadelijk de geheele dikte van den geleider maar alleen de oppervlakte.

Het verschil tusschen grooten geleidingsweerstand en deze elektrische traagheid of zelf-inductie is het volgende: bij grooten weerstand volgt de stroom den draad en verwarmt dien des te meer naarmate de weerstand grooter is; bij sterke zelf-inductie kan de ontlading niet doorgaan en springt de vonk over op andere lichamen.

Verdere proeven, op dezelfde wijze genomen, leerden hem, dat metaal-lint de voorkeur verdient boven draad, en dat men bij geen geleider zijdelingsche ontladingen geheel kan vermijden. Het eenige middel om dit te beletten of althans te verminderen is, zijns inziens, de capaciteit van den geleider te vergrooten, d. i. den afleider een zoo groot mogelijk oppervlak te geven.

Een belangrijke proef is de volgende: Op een plaat met een der bekleedsels verbonden, plaatst men drie geleiders: één, die een grooten bol draagt, één met een kleinen bol en één, die in een punt eindigt; daarboven is een tweede plaat, waarop *langzamerhand* de elektrische spanning vermeerderd wordt. Al plaatst men de spits nu nog zoo

laag; steeds belet zij de ontlading en werkt dus als een ideaal-bliksem-afleider. Neemt men de spits weg, dan springt de vonk op den kleinsten bol over omdat de spanning daar het grootst is, zelfs als hij driemaal verder van de bovenste plaat afstaat dan de grootste bol, en als er tusschen den geleider met den kleinsten bol en de onderste plaat een groote weerstand geplaatst werd, aequivalent met een slechte aardleiding. Bij een *plotselinge* lading van beide platen werden alle geleiders even gemakkelijk getroffen, en het moeilijkt die welke door den grootsten weerstand van de onderste plaat gescheiden was.

De conclusie is, dat tal van dunne draden de voorkeur verdienen boven een enkelen dikken draad, en dat hun capaciteit verhoogd moet worden door ze goed te verbinden met de groote metaalmassas der gebouwen. De aardverbinding moet diep genoeg zijn om schade aan fondamenten en gas- en waterleiding te vermijden; op het dak loope een draad, dat evenals een hek van spitse punten voorzien moet zijn, langs alle randen, goot en nokken zoodat er tallooze spitsen naar den hemel gekeerd zijn en het hoogste deel van het gebouw het best beschermd zij; maar prof. LODGE zou niet gaarne stangen hoog boven het hoogste punt van het gebouw verheffen om ontladingen te verwekken, die anders misschien niet zouden plaats grijpen.

VARLEY bestrijdt LODGE door proeven van WIMSHURST aan te halen, die volgens hem ons weer vertrouwen inboezemen in den gewonen bliksemafleider.<sup>1</sup>

De eerste reeks proeven met twee elektrische platen, waarvan de een de wolk en de andere de aarde voorstelt en waar tusschen ijzeren en koperen geleiders van verschillenden vorm gespannen zijn, bewijst al even weinig voor koper als voor ijzer; ook de tweede, waaruit de invloed van een slechte aardverbinding moet blijken, beteekent niet veel.

Een andere proef van WIMSHURST bewijst het groote belang van een goede aardgeleiding; hij maakte een model van een huis in drie verdiepingen met metalen stukken, die waterbuizen en gas-*brackets* moesten voorstellen. Er liep een geleider langs het huis, die op verschillende wijzen met den grond kon worden verbonden. Boven het huis was een koperen plaat aangebracht, die de onweerswolk moest voorstel-

<sup>1</sup> »Restore confidence in the ordinary lightning conductor».

len en in verbinding was met het buitenbekleedsel eener leidsche flesch; bij de eerste proeven met goede aardgeleiding zag men geen vonk tusschen het metalen dak en de metaalmassa's binnen het huis, hetzij het dak met den geleider verbonden was of niet. Nu maakte hij in een porceleinen vat een kunstmatige aarde, waarin twee platen op 6 cM. afstand van elkaar geplaatst waren, waarvan een met den afleider, de ander met de flesch verbonden was; niettegenstaande deze aarde vochtiger was dan de grond gewoonlijk is, sprongen nu toch bij elke ontlading vonken van het dak door een laag lucht van 4 cM. dikte naar de gas-brackets en bereikten den grond langs anderen weg, onverschillig of de geleider met het metalen dak verbonden was of niet; alleen sprong er, wanneer dit laatste niet het geval was, nog een tweede vonk van den afleider naar het dak en vandaar door een laag lucht naar de *brackets*. Deze proeven bewijzen, naar wij meenen, niet zeer veel; alleen blijkt er de noodzakelijkheid uit groote metaalmassa's van het gebouw, met den afleider te verbinden.

VARLEY acht het heen en weer schommelen van stroomen door bliksemafleiders meer denkbeeldig dan waar, en hij kan zich voorstellen, dat talrijke geleiders op een gebouw een bron van gevaar kunnen worden als er *een slechte aardverbinding is*, want de electriciteit zal zich dan overal verspreiden, waar zij kan en een weg naar den grond zoeken langs talrijke en min of meer onvolmaakte wegen; zulke vreemde verschijnselen als die, waar LODGE op wijst, dat de bliksem zich een weg baant door schoorsteenen naar heete roet of door een muur naar een kachel of naar een geweer, moeten volgens VARLEY toegeschreven worden aan het gemis van een goede aardverbinding. Eindelijk is deze geleerde van meening, dat in den gewonen loop van zaken spanningsverschillen tusschen wolken en de aarde veelal vereffend worden op de wijze overeenkomende met de eerste proef van LODGE (blz. 211), waarbij de spanning der wolk betrekkelijk langzaam toeneemt en dus de puntige afleider steeds zijn werk doen kan.

PREECE, inspecteur der telegraaffijnen, begint zijn bestrijding van LODGE met de opmerking, dat in 1878 in Engeland een commissie benoemd werd om een instructie te ontwerpen voor den aanleg van bliksemafleiders; in de zitting der »British Association» van 1881 bracht zij haar rapport uit, dat later aangenomen werd en uitgegeven is. »Wil iemand weten wat hij moet doen om zijn huis te beschermen», zegt PREECE, »dan raadplege hij dat boek. Daar leest men:

»Een bliksemafleider moet twee functiën verrichten, hij vergemak-

kelijkt de ontlading naar de aarde, zoo dat de elektriciteit wegvloeit zonder schade te veroorzaken, en hij tracht het inslaan te beletten door de omstandigheden, die het inslaan veroorzaken, in de buurt van den afleider te neutraliseeren. Voor het eerste doel moet de bliksemafleider de ontlading een weg bieden dicht bij de volmaaktheid en toegankelijker dan eenige andere weg, die de materialen of de inhoud van het gebouw, dat men beschermen wil, aanbieden. Voor het tweede doel moet de afleider in een spits eindigen, want fijne punten werken als veiligheidskleppen. Is aan al deze voorwaarden voldaan, zijn de punten hoog genoeg om de meest uitstekende (*salient*) punten van het gebouw te zijn, uit welke richting de onweerswolken ook mogen komen; zijn zij groot genoeg en in volmaakte elektrische verbinding met de aarde, dan is het gebouw met al wat het bevat veilig en de geleider zou met buskruit omgeven, de hevigste onweersbui zonder gevaar kunnen afwachten. Alle ongelukken kan men toeschrijven aan het verwaarloozen dier eenvoudige grondbeginselen. De meest gewone oorzaken van ongelukken zijn geleiders, die te weinig in aantal zijn of niet hoog genoeg of die slecht geleiden of slecht aaneengevoegd zijn of een slechte aardverbinding hebben. Het stuk eindigt met de verzekering, die ik hier durf verdedigen: er is geen authentiek geval bekend, dat een goed geconstrueerde afleider zijn plicht niet gedaan heeft."

»Dit alles", roept PREECE uit, »is niet meer waar, als de uitspraken van LODGE waar zijn."

Ondertusschen lijkt mij dit ten eenenmale onjuist: het meeste van wat PREECE uit het verslag der »Lightning rod Conference" aanhaalt, blijft waar, ook als de stellingen van LODGE juist zijn; alleen beweer ik dat er in die lange aanhaling van den heer PREECE niet anders staan dan algemeenheden, om niet te zeggen, groote woorden. *Als* de afleider de meest volmaakte weg is, *als* de leiding groot genoeg is, enz. enz. *dan* is het gebouw veilig, maar daarmee is niet beslist, *wanneer* zulks het geval is.

Laat ons zien, wat er uit LODGE's proeven is af te leiden:

Professor LODGE heeft bewezen: 1° dat de ontlading van een leidsche flesch onder zekere omstandigheden eer als een vonk door een luchtlaag van zekere dikte gaat dan door een koperen of ijzeren geleider, maar dat die luchtlaag veel dikker is, als de nevensluiting uit koper bestaat dan wanneer zij van ijzer is. Daaruit besluit hij, dat ijzer sterke ontladingen gemakkelijker doorlaat dan koper.

Ten tweede zou men uit zijn proeven kunnen afleiden, dat, wanneer de lading in een wolk langzamerhand toeneemt, een spitse punt de onliggende voorwerpen beschermt en het op den aardweerstand zoo nauw niet aankomt. Ontstaat de spanning echter plotseling (*impulsive rush*), dan treft de ontlading steeds het hoogste punt dat het best met de aarde verbonden is.

Daaruit volgt echter, dat een goede aardverbinding wel degelijk van het hoogste belang is; neemt de spanning in de wolk langzaam toe, dan zal de werking der spits waarschijnlijk de ontlading beletten; bij plotseling ontstaande spanning volgt de ontlading, volgens de proeven van LODGE dat lichaam, dat de beste aardverbinding heeft.

Meer valt er uit zijn proeven rechtstreeks niet af te leiden en redeneering alleen kan ons op dat punt niet veel verder brengen, omdat de theorie van den bliksemafleider nog zeer onvolmaakt is.

Wat zegt eigenlijk die theorie? Een met elektriciteit geladen wolk zou verdeelend werken op de elektriciteit van den bliksemafleider, de ongelijknamige aantrekken en de gelijknamige afstooten; de ongelijknamige stroomt uit de spits op de wolk en zal die neutraliseeren en als dat niet gauw genoeg kan gebeuren zal de elektriciteit van de wolk zich door een bliksemstraal vereenigen met de ongelijknamige van den afleider. Toch is dit laatste niet goed te begrijpen: een goede afleider mocht geen inslaan toelaten, en gebeurt dat toch, dan is het mij bij onze tegenwoordige kennis onverklaarbaar: stel dat een positief elektrische wolk boven een bliksemafleider hangt, dan zal zij negatieve uit den afleider trekken en hoe grooter de spanning is des te meer; kan die negatieve elektriciteit de wolk niet neutraliseeren, dan is er ook geen negatieve elektriciteit, waarmee de positieve van de wolk zich onder den vorm van een straal kan vereenigen. Nemen wij nu echter aan, dat er in het bovenste gedeelte van den afleider negatieve elektriciteit genoeg is, maar dat zij niet snel genoeg afstroomt om de wolk of een deel daarvan te neutraliseeren, dan zal de ontlading plaats hebben en dan is de wolk voor een deel ontladen door een bliksemstraal; deze springt over tusschen de wolk en het bovenste deel van den geleider; de stroom, waarvan men spreekt, volgt niet den geleider maar doorklieft de lucht tusschen wolk en afleider. Hoe kan daardoor ooit brand ontstaan?

In deze theorie kan men echter zeggen, dat het hetzelfde is of de positieve elektriciteit van de wolk den geleider volgt tot den grond, zooals LODGE het schijnt op te vatten, dan wel of de door inductie

gescheiden positieve van den afleider zelve plotseling in groote hoeveelheid naar den grond moet stroomen. Natuurlijk moet dan de geleider van de spits tot den bodem zeer goed geleiden om de afgestooten gelijknamige elektriciteit te laten afvloeien; is hij ergens gebroken, is ergens een slecht contact, dan zal zich daar elektriciteit ophoopen en deze zal op hare beurt verdeelend werken op de elektriciteit van metalen voorwerpen in de nabijheid, b. v. aan den anderen kant (dus aan de binnenzijde) van den muur, en zoodra de spanning groot genoeg is, zullen de beide elektriciteiten zich verbinden door een vonk; die den muur zal doorboren en misschien brand veroorzaken.

Ondertusschen wordt in de discussie tusschen de verdedigers van verschillende stelsels van bliksemafleiders de zaak zóó voorgesteld, alsof de elektriciteit, als stroom, vonk of bliksem den afleider volgt en zonder gevaar in den grond slaat.<sup>1</sup>

Wil men echter, zoo als LODGE, de ontlading vergelijken met die eener leidsche flesch, dan staat de lucht tusschen de wolk en de aarde gelijk met het glas en de bliksemstraal is dan de vonk, die het glas doorslaat.

Zeer juist is daarom de opmerking van PREECE, dat LODGE ten onrechte spreekt, alsof de afleider een deel van de »Lightning flash'' ware. De taak van den afleider is het ontstaan van een bliksemstraal te beletten, en als hij getroffen wordt zelfs door een uiterst klein deel van een lading, dan is er een fout in de constructie.

Zoals wij boven zagen, is dat ook de meening van HIRN, die beweert, dat een goede geleider geen inslaan mag toelaten en die in zijn veertigjarige loopbaan ook nooit heeft waargenomen, dat een goede afleider door den bliksem getroffen is.

Ondertusschen kan deze theorie ons omtrent de punten, die voor ons van het meeste gewicht zijn, al zeer weinig leeren, en al voert men nu nog zoo vele nieuwe woorden in, zoolang men niet goed weet, wat er eigenlijk gebeurt als een bliksemstraal een gebouw treft, zal men aan die woorden geen begrippen kunnen verbinden; zoolang is het beter alleen aan waarneming en ervaring de regels te ontleenen, die wij bij de constructie van bliksemafleiders moeten volgen.

---

<sup>1</sup> L'Electricité sous forme de courant, d'étincelle ou de foudre suit forcément le métal et se diffuse sans danger pour l'édifice dans la terre. MEISENS, *Conférence au congrès international des Électriciens*.

De waarneming heeft ons geleerd, dat een vonk wel eens een bliksemafleider verlaat en een muur doorslaat om een gasbuis te bereiken, en dat dit niet gebeurt als de aardplaat met de gasbuizen verbonden is; daaruit mogen wij besluiten, dat het goed is de aardplaat met gas- en waterleiding te verbinden.

Ik herinner mij echter gelezen te hebben van een geval van een kerk, waarvan de afleider verbonden was met het eene uiteinde van een ijzeren staaf, en waar brand ontstaan is door een vonk die van het andere uiteinde van die staaf naar den grond sloeg; die waarneming leert ons, dat de metaalmassa's van een gebouw aan beide zijden met den afleider verbonden moeten worden.

De waarneming heeft ons geleerd, dat in vele gevallen, waarin zijdelingsche ontladingen plaats gegrepen hebben, de aardplaat in droog metselwerk lag, of afwezig was, of zeer klein was, en mannen, als PREECE en HIRN, die jaren lang bliksemafleidingsmiddelen hebben bestudeerd, beweren, dat bij een afleider met een goede grondgeleiding iets dergelijks niet voorkomt. Wij mogen dus besluiten, dat een bliksemafleider een goede aardverbinding moet hebben.

Maar er zijn geen waarnemingen, waardoor men een beslissend antwoord krijgt, een uitspraak voor geen redelijke tegenspraak vatbaar omtrent de vragen: welk metaal de voorkeur verdient, welke doorsnede de draad moet hebben, of het beter is vele dunne draden te gebruiken of weinig dikke, of een cilindervormige draad de voorkeur verdient of een draadkabel, hoe groot de aardplaat moet zijn, hoe groot het beschermd oppervlak is, en nog meer anderen waarover vele menschen spreken alsof zij er alles van weten.

In het algemeen kan men tamelijk gerust zijn als men een bliksemafleider aanlegt volgens de instructiën, die in verschillende landen in de laatste jaren daarvoor gegeven zijn; omdat de ervaring leert, dat afleidingsmiddelen volgens die instructiën aangelegd, zóó dat de meeste metaalmassa's aan beide zijden er mee verbonden zijn, in 't algemeen niet getroffen worden en het gebouw, waarop zij geplaatst zijn, beschermen. Waar die instructiën elkaar tegenspreken, waar b. v. de eene koper wil, de ander ijzer, daar heeft de waarneming ons nog tot geen beslissende uitspraak in staat gesteld. *Variis modis bene fit.*

Persoonlijk ben ik geneigd de voorkeur te geven aan het systeem MELSSENS en wel omdat men daarbij den elektrischen stroom, wat hij dan ook zij, de breedste wegen opent om zich over de aarde te verspreiden, omdat de capaciteit, het elektrisch bevattingsvermogen van



zulk een leiding enorm is, omdat ijzer een hoog smeltpunt heeft, en omdat, in dit stelsel, een zeer groot aantal punten naar de donderwolken gekeerd zijn en haar misschien zullen ontladen of althans haar spanning verminderen. Dr. MANN vond wel, dat de oprichting van vele spitsen in Natal het aantal bliksemslagen deed verminderen, waarom zou dat dan met een gebouw niet het geval zijn? 't Is echter zeer wel mogelijk, dat een andere bliksemafleider even goed is; ik beweer alleen, dat wij niet genoeg gegevens hebben om met zekerheid een oordeel te vellen.

Prof. LODGE noemde in Maart 1888 het stadhuis te Brussel *perhaps the best protected building in the world*, en ik zou die uitspraak kunnen aanhalen als pleitende voor het door mij verdedigde stelsel van MELSENS, ware het niet dat vier maanden later, op 25 Juli 1888, het stadhuis te Brussel door den bliksem getroffen was. Op dien dag ontstond er ten gevolge van den bliksem een begin van brand aan het dak, aan den voet van den toren dicht bij den bliksemafleider.

Uit het rapport door den ingenieur J. WYBAUW uitgebracht en uit eenige opmerkingen van den heer COURTOY in de zitting van de »Société Belge d'Electriciens" van 2 Augustus 1888<sup>1</sup> blijkt, dat men nauwelijks zeggen kan, dat de bliksem ingeslagen is in het stadhuis te Brussel; toch is er brand ontstaan ten gevolge van den bliksem, maar die brand is niet te wijten aan het gebrekkige van het stelsel, maar juist dáaraan, dat men niet alle voorschriften van het stelsel is nagekomen, met name losse metaalmassa's niet aan beide zijden met den afleider verbonden heeft. Volgens het onderzoek van de heeren J. WYBAUW, COURTOY, WAUTERS en CLOSSET is de brand te wijten aan een vonk, die ontstaan is door de inductie van een oud, ijzeren anker, dat tusschen het metselwerk in den muur lag. Het eene uiteinde van dit anker ligt tegen de buitenoppervlakte van den muur juist op 35 cM. van de draden van den bliksemafleider, het ander uiteinde ligt op 40 cM. van een looden plaat, die op het dak langs den voet van den toren loopt om het inwateren te beletten; evenwijdig met dit lood loopen ook nog twee andere draden van den afleider. Bij onderzoek is nu gebleken, dat een dakstoel, juist boven het naar binnen gekeerd uiteinde van dit anker gelegen, grootendeels verbrand, en de looden plaat op vier plaatsen gesmolten was. De waarschijn-

<sup>1</sup> *Bulletin de la Société Belge d'Electriciens* t. v. n<sup>o</sup> 8, p. 377.

lijkste verklaring is deze, dat het ijzeren anker zeer sterk elektrisch is geworden door den invloed van den afleider en er daarna een vonk is overgesprongen tusschen het binnenst uiteinde en de looden plaat, die het droge hout aangestoken heeft.

Is deze verklaring de juiste, en wij hebben geen reden er aan te twifelen, dan had dit begin van brand niet kunnen ontstaan als voldaan geweest ware aan den algemeenen eisch van de meeste electrici (ook van MELSSENS), dat de metaal massa's met den afleider verbonden zijn; het anker zoowel als de looden plaat waren buiten de geleiding.

Naar aanleiding van deze gebeurtenis herinner ik er aan, dat MELSSENS zelf uitzonderingen op dezen regel heeft toegelaten:

»Je crois pouvoir affirmer,» schrijft hij; »que lorsque le paratonnère possède un accordement tel qu'il assure une communication parfaite et assurée avec la terre par une large surface, il est quelques parties métalliques qu'on peut laisser, sans danger, en dehors du système des conducteurs.

»On est parfois obligé d'en agir ainsi et j'ai dû le faire quelquefois à regret, à cause des difficultés, que je rencontrais pour établir ce raccordement dans des édifices achevés.»

Misschien hebben die woorden wel juist betrekking op de constructie van den afleider van het stadhuis te Brussel, maar dan blijkt uit deze gebeurtenis op nieuw, hoezeer het noodig is de metaal massa's met den afleider te verbinden. Het anker had men niet kunnen verbinden, want waarschijnlijk wist men niet dat het bestond, maar het lood had zeker met den afleider verbonden moeten zijn. Het blijkt dat de door MELSSENS geuite meening, die ik boven aanhaalde, onjuist is en dat men zonder gevaar geen metaal massa's buiten gemeenschap met den afleider kan laten, want aan de voorwaarde, die MELSSENS er bij voegt, is voldaan: een gebouw, waarvan de aardverbinding een grooter oppervlakte heeft dan het stadhuis te Brussel bestaat er ter wereld niet.

Het feit, dat in dit gebouw op 25 Juli 1888 brand is ontstaan door den bliksem, is naar alle waarschijnlijkheid een gevolg van elektrische inductie in een verloren anker, dus een gevolg van het niet getrouw opvolgen van de eischen van het stelsel en vermindert daarom in geen deele mijn vertrouwen in het stelsel van MELSSENS.

Dordrecht, Maart 1889.